

## 2. DEMANDE EN EAU

### Entrées

- **Précipitation** : Apport naturel d'eau provenant de l'atmosphère (pluie). Le volume de cet apport en eau peut être estimé par une étude hydrologique de la pluviométrie annuelle moyenne du site.
- **Arrosage** : Apport artificiel appliqué sur le terrain à l'aide d'arroseurs ou de lances d'arrosage. L'uniformité de l'arrosage est un paramètre important pour évaluer l'efficacité de l'opération dans le but de réaliser des économies d'eau importantes

### Sorties

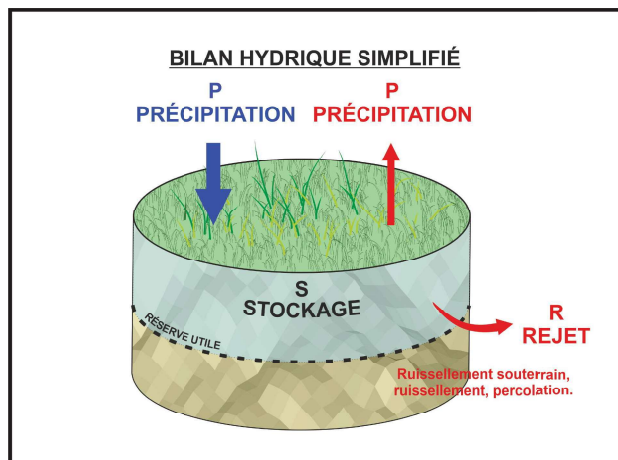
- **Évapotranspiration** : Processus biophysique de transfert d'une certaine quantité d'eau à la surface de la terre vers l'atmosphère. C'est le résultat de la combinaison de l'évaporation et de la transpiration des plantes
- **Ruissellement** : cela fait référence au flux d'eau qui se produit sur une surface lorsque le matériau dont le sol est fait ne laisse pas infiltrer l'eau à une vitesse plus élevée que celle de l'eau de pluie qui tombe
- **Filtration** : processus naturel par lequel l'eau de pluie pénètre dans le sol et percole au travers des différentes couches du terrain jusqu'à sa récupération finale par le système de drainage.
- **Ruissellement souterrain et percolation** : Le ruissellement souterrain se produit en raison de la saturation excessive des pores du sol. Ce ruissellement peut réapparaître à la surface ou finir par alimenter le niveau phréatique (percolation) (Aparicio F, 1996).

### Stockage d'eau

- **Humidité du sol** : représente le changement net dans la quantité d'eau stockée dans le sol du cimetière. Si l'arrosage est suffisant pour maintenir le sol à un niveau d'humidité constant, la variation de stock peut être négligeable. Cependant, en cas de sécheresse ou d'arrosage excessif, cette variation peut devenir significative et entraîner des dégâts aux pelouses et dégrader l'aspect du gazon.

## 2. DEMANDE EN EAU

Les 3 scénarios possibles sont illustrés ci-dessous :

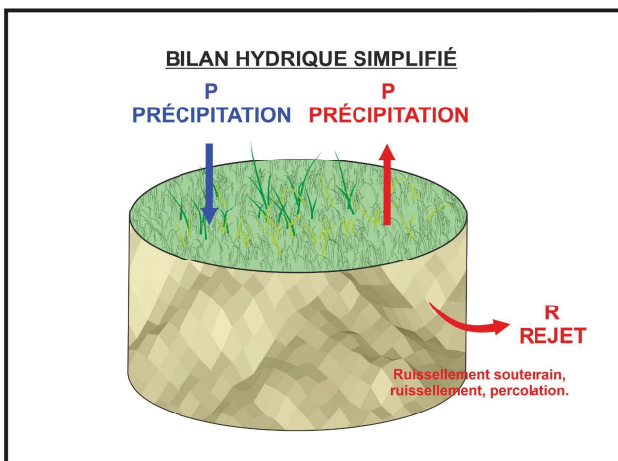


### SCÉNARIO 1 : SURPLUS D'EAU

$$\sum Entrées - \sum Pertes > 0$$

$$Stockage > 0$$

Dans ce scénario, la pluie satisfait complètement aux besoins en eau des plantes et une réserve d'eau supplémentaire s'infiltre dans le sol. Le volume de la réserve d'eau déposée dans le sol est fonction de sa capacité de rétention et de son état hydrique actuel.

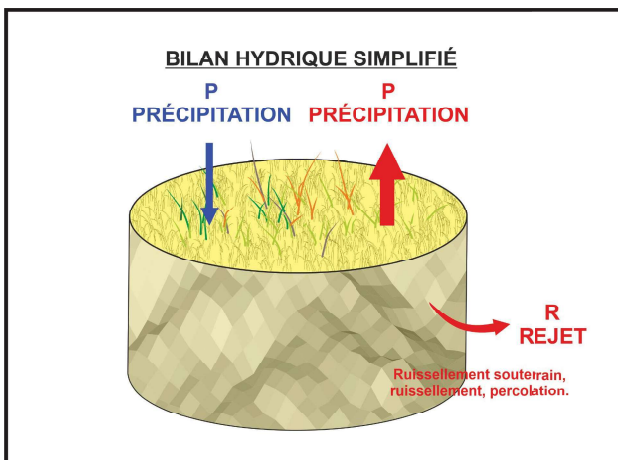


### SCÉNARIO 2 : EQUILIBRE

$$\sum Entrées - \sum Pertes = 0$$

$$Stockage = 0$$

Les besoins en eau ont été entièrement satisfaits par la pluie. Il n'y a pas d'excès d'eau à stocker. S'il ne pleut pas le lendemain, les plantes commenceront à subir un stress hydrique.



### SCÉNARIO 3 : DÉFICIT D'EAU

$$\sum Entrées - \sum Pertes < 0$$

$$Stockage = 0$$

Les besoins en eau n'ont pas été entièrement couverts par les précipitations, il est nécessaire d'irriguer le même jour pour couvrir les besoins en eau des plantes.

Figure 6. Les 3 différents scénarios du bilan hydrique

## 2. DEMANDE EN EAU

Pour comprendre combien d'eau doit être apportée par irrigation, il est nécessaire de connaître le besoin en eau des plantes, celle-ci est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Besoin en eau} = K_c * ETP - P_e$$

D'où :

- **K<sub>c</sub> : Coefficient cultural.** C'est la relation qui existe entre l'évapotranspiration réelle de chaque culture spécifique et la valeur d'évapotranspiration de référence (typiquement celle du gazon). Cette variable est un nombre adimensionnel qui varie généralement entre 0.1 et 1.2. Les coefficients de culture dépendent du type de plante et de son état de développement.
- **ETP : Évapotranspiration.** C'est la perte d'humidité d'une surface par évaporation directe due à la perte en eau par la transpiration des plantes. Ce paramètre est généralement exprimé en millimètres/j.
- **P<sub>e</sub> : Précipitation effective.** C'est la fraction de la précipitation totale qui est réellement exploitée par les plantes, car toute l'eau qui tombe sur le sol ne parvient pas à s'infiltrer avec succès dans le substrat du sol. Il existe différents modèles pour calculer la précipitation effective, y compris : la méthode SCS, la méthode du pourcentage fixe, la méthode de la précipitation fiable, la méthode empirique et la méthode USDA SCS.

Cet exercice a été réalisé pour le cimetière Américain de Oise Aisne dans le but de déterminer les besoins en eau des pelouses.

### A. COEFFICIENT CULTURAL (K<sub>c</sub>)

Une valeur de K<sub>c</sub> égale à 1 a été attribuée aux surfaces des plots, représentant une superficie totale de 42000 m<sup>2</sup>. Cela s'explique par la nécessité de maintenir ces zones dans un état de qualité esthétique optimale. Pour les autres surfaces, couvrant une superficie de 18000 m<sup>2</sup>, un coefficient K<sub>c</sub> de 0,8 a été appliqué. Ce choix est basé sur les caractéristiques de ces zones, qui peuvent tolérer une gestion de l'eau légèrement plus économique tout en maintenant des conditions satisfaisantes pour la végétation.

### B. PRÉCIPITATION EFFECTIVE (P<sub>e</sub>)

Ces valeurs correspondent au régime de précipitations défini dans le chapitre précédent. Cependant, il est important de noter qu'un facteur de 0,8 a été pris en compte pour représenter une perte de 20% de ces précipitations, dues à des phénomènes tels que la percolation ou le ruissellement. Cette correction est essentielle pour calculer avec précision la quantité d'eau réellement disponible pour l'arrosage des espaces verts.

### C. RÉGIME D'ÉVAPOTRANSPIRATION DU SITE

La détermination du régime d'évapotranspiration du cimetière a été effectuée en suivant les mêmes principes techniques que ceux utilisés pour déterminer le régime des précipitations. Cette analyse repose sur une période d'étude minimale de 10 ans, utilisant les données de la station météorologique la plus proche avec un enregistrement complet des mesures. Dans ce cas, la station météorologique utilisée est la même que celle employée pour le suivi du régime de précipitation. Cette approche garantit une cohérence dans les données et permet une évaluation précise de l'évapotranspiration du cimetière de Oise Aisne.

## 2. DEMANDE EN EAU

Par rapport au régime d'évapotranspiration dans la zone, les résultats suivants ont été obtenus :

| SYNTHÈSE DE L'ETP   |         |         |      |       |     |      |          |      |           |         |          |          |                     |
|---------------------|---------|---------|------|-------|-----|------|----------|------|-----------|---------|----------|----------|---------------------|
| Hauteur (mm) / mois | JANVIER | FEVRIER | MARS | AVRIL | MAI | JUIN | JUILLIET | AOÛT | SEPTEMBRE | OCTOBRE | NOVEMBRE | DECEMBRE | Hauteur TOTAL mm/an |
| 2013                | 5       | 15      | 35   | 73    | 62  | 95   | 142      | 125  | 66        | 39      | 13       | 16       | 686                 |
| 2014                | 12      | 29      | 58   | 76    | 92  | 124  | 106      | 89   | 70        | 36      | 16       | 10       | 717                 |
| 2015                | 12      | 23      | 48   | 85    | 89  | 136  | 160      | 142  | 73        | 35      | 25       | 24       | 851                 |
| 2016                | 16      | 26      | 38   | 58    | 77  | 81   | 125      | 124  | 81        | 35      | 19       | 13       | 691                 |
| 2017                | 11      | 23      | 52   | 74    | 106 | 138  | 138      | 102  | 52        | 29      | 10       | 5        | 739                 |
| 2018                | 6       | 20      | 39   | 86    | 109 | 114  | 170      | 140  | 92        | 53      | 18       | 10       | 858                 |
| 2019                | 11      | 29      | 52   | 76    | 86  | 125  | 162      | 132  | 91        | 41      | 15       | 20       | 840                 |
| 2020                | 17      | 34      | 56   | 112   | 119 | 120  | 153      | 158  | 102       | 33      | 20       | 9        | 933                 |
| 2021                | 11      | 29      | 52   | 79    | 88  | 111  | 109      | 103  | 76        | 38      | 11       | 10       | 716                 |
| 2022                | 11      | 26      | 63   | 80    | 119 | 129  | 164      | 158  | 86        | 51      | 20       | 15       | 921                 |
| MOYENNE             | 11      | 25      | 49   | 80    | 95  | 117  | 143      | 127  | 79        | 39      | 17       | 13       | 795                 |

Tableau 6. Synthèse de l'évapotranspiration pour les années de 2013 à 2022.

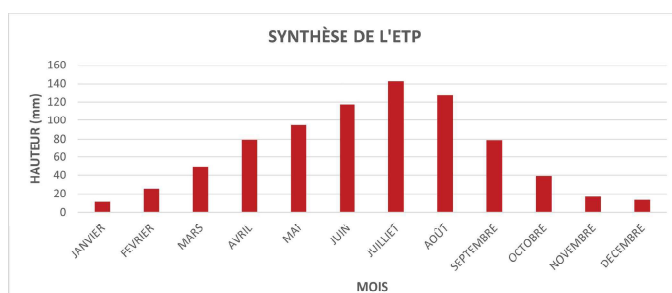


Figure 7. Moyenne de valeurs pour l'évapotranspiration pour les années de 2013 à 2022.

En total **703 millimètres de précipitations** se répartissent dans l'année dans la zone, avec une pointe en été.

### D. BILAN HYDRIQUE

Après avoir appliqué le bilan hydrique de manière journalière, les calculs montrent que le cimetière demande en moyenne **29851 m3 par an et par saison d'arrosage**.

| SYNTHÈSE DES VOLUMES ARROSAGE - TOUT |         |         |      |       |      |      |          |      |           |         |          |          |              |
|--------------------------------------|---------|---------|------|-------|------|------|----------|------|-----------|---------|----------|----------|--------------|
| Volume m3/mois                       | JANVIER | FEVRIER | MARS | AVRIL | MAI  | JUIN | JUILLIET | AOÛT | SEPTEMBRE | OCTOBRE | NOVEMBRE | DECEMBRE | Volume m3/an |
| 2013                                 | -       | -       | -    | 3955  | 5137 | 5431 | 8739     | 6755 | 4700      | -       | -        | -        | 34717        |
| 2014                                 | -       | -       | -    | 3422  | 3463 | 5438 | 8611     | 6483 | 4456      | -       | -        | -        | 31872        |
| 2015                                 | -       | -       | -    | 5562  | 5913 | 5340 | 8376     | 7661 | 5151      | -       | -        | -        | 38004        |
| 2016                                 | -       | -       | -    | 4054  | 2896 | 5100 | 4576     | 4646 | 3198      | -       | -        | -        | 24470        |
| 2017                                 | -       | -       | -    | 4062  | 6104 | 5405 | 9056     | 8301 | 3397      | -       | -        | -        | 36325        |
| 2018                                 | -       | -       | -    | 3446  | 1961 | 3712 | 6737     | 6172 | 3066      | -       | -        | -        | 25093        |
| 2019                                 | -       | -       | -    | 3461  | 3634 | 6118 | 4113     | 3334 | 3319      | -       | -        | -        | 23979        |
| 2020                                 | -       | -       | -    | 4122  | 3629 | 7422 | 8056     | 5941 | 3002      | -       | -        | -        | 32172        |
| 2021                                 | -       | -       | -    | 1926  | 3313 | 2931 | 5978     | 6548 | 3874      | -       | -        | -        | 24569        |
| 2022                                 | -       | -       | -    | 3700  | 4912 | 6278 | 6353     | 4482 | 1583      | -       | -        | -        | 27308        |
| MOYENNE                              | -       | -       | -    | 3771  | 4096 | 5317 | 7060     | 6032 | 3575      | -       | -        | -        | 29851        |

Tableau 7. Synthèse des volumes d'arrosage pour les années de 2013 à 2022.

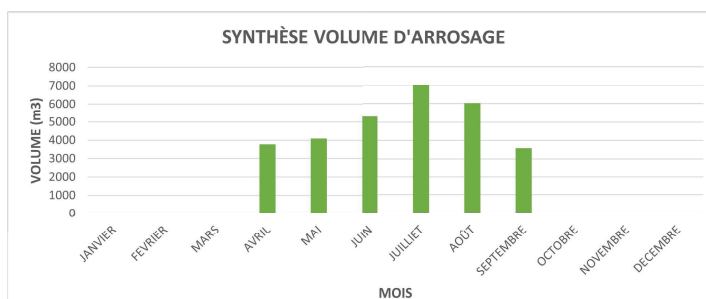


Figure 8. Synthèse des volumes d'arrosage pour les années de 2013 à 2022.